

Μικροηλεκτρονικές εφαρμογές του διθειούχου μολυβδαινίου MoS_2

Κατρισιώτη Δανάη

Τμήμα τεχνολογίας και επιστήμης υλικών (T.E.T.Y.)

Ατομικοί κρύσταλλοι δυο διαστάσεων (2D) όπως το γραφένιο το διθειούχο μολυβδαίνιο και άλλα διχαλκογενίδια, ανήκουν σε μια πολλά υποσχόμενη κατηγορία υλικών, με πολύ σημαντικές ιδιότητες.

Τα διχαλκογενίδια μετάλλων μετάπτωσης, ή αλλιώς TMD, έχουν την μορφή MX_2 , (όπου M: μέταλλο μετάπτωσης και X: χαλκογενίδιο (πχ M: Mo, W, Nb, Ta, Ti και X: S, Se, Te) .

Συγκεκριμένα, το διθειούχο μολυβδαίνιο (Molybdenum disulfide) ή αλλιώς MoS_2 , έχει κινήσει το ενδιαφέρον στην επιστημονική κοινότητα για τις ανερχόμενες οπτικές και μικροηλεκτρονικές εφαρμογές του.

Προέρχεται από το θειούχο μέταλλευμα του μολυβδαινίτη, με στερεή μορφή και ασημένιο χρώμα.

Το διθειούχο μολυβδαίνιο, ακολουθεί την δομή ενός 2D εξαγωνικού πλέγματος, όπου τα άτομα M συνδέονται με έξι άτομα X, σε μια τριγωνική πρισματική και οκταεδρική γεωμετρία. Θεωρείται ένας 2D ισχυρός δεσμός, ο οποίος ωστόσο συγκρατείται από τα υπόλοιπα στρώματα με ασθενείς αλληλεπιδράσεις Van der Waals.

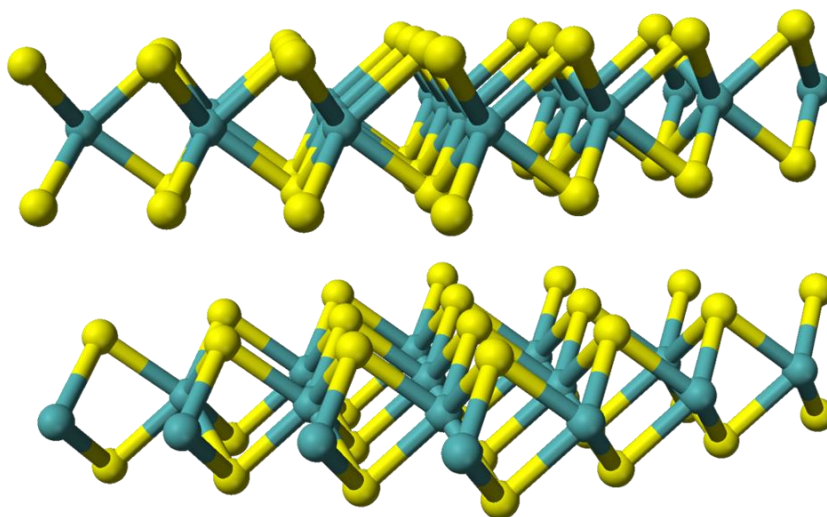


Figure 1: all-and-stick model of the part of the crystal structure of molybdenite [4]

Όσον αφορά τις μικροηλεκτρονικές του ιδιότητες, πολύ ενδιαφέρον είναι το γεγονός πως το MoS_2 , στην bulk μορφή του, (δηλαδή στην μορφή του που έχει μεγάλο μέγεθος ή μάζα), αποτελεί ημιαγωγό εμμέσου χάσματος $\sim 1,23eV$, ενώ στην μορφή του 1 Monolayer (ML, δηλαδή ενός ενιαίου στρώματος ατόμων ή μορίων), μετατρέπεται σε ημιαγωγός αμέσου χάσματος, στο σημείο K της ζώνης Brillouin $\sim 1,8eV$.

Επιπλέον, το διθειούχο μολυβδαίνιο, αποτελεί ενδιαφέρον αντικείμενο προς έρευνα, λόγω της υψηλής ενέργειας δεσμού ($\sim 20meV$). Αλλά και λόγω της συμμετρίας του, προκύπτει περιστροφική πόλωση σ^+ ή σ^- , του φωτονίου που απορροφάται ή εκπέμπεται.

Όσον αφορά τις ηλεκτρονικές εφαρμογές του, η πιο σημαντική του είναι η χρήση Monolayer MoS_2 σαν ενεργό transistor επίδρασης πεδίου, (field effect transistor FET).

Χαρακτηρίζεται η πιο σημαντική διότι το ενεργειακό χάσμα του γραφενίου είναι ίσο με $0eV$, σε αντίθεση με το MoS_2 , που όπως αναφέρθηκε είναι $\sim 1,8eV$, οπότε με αυτόν τον τρόπο μειώνονται αισθητά οι διαρροές και αυξάνεται η ευαισθησία του transistor.

Τέλος, επιπλέον ηλεκτρονικές εφαρμογές του διθειούχου μολυβδαίνιου, βρίσκονται σε ανιχνευτές χημικών αερίων, σε φωτοανιχνευτές, σε εύκαμπτα κυκλώματα, σε 115-transistors, και τέλος σε δημιουργία τόσο 2D 2-terminal memristors αλλά και 3D 3 terminal memtransistors.

Βιβλιογραφία:

[1]G. Sallen, L. Bouet, X. Marie, G. Wang, C.R. Zhu, W.P. Han, Y. Lu, P.H. Tan, Tm Amand, B.L.Liu and B Urbaszek, 2012. Robust optical emission polarization in MoS_2 monolayers through selective valley excitation.

[2]G. Kioseoglou, A. T. Hanbicki, M. Currie, A. L. Friedman, D. Gunlycke and B. T. Jonker, 2012, Valley polarization and intervalley scattering in monolayer MoS_2

[3] Kin Fai Mak, Keliang He, Changgu Lee, Gwan Hyoung Lee, James Hone, Tony F. Heinz and Jie Shan, 2012

[4] https://en.wikipedia.org/wiki/Molybdenum_disulfide (Πρόσβαση στις 18/04/19)